

ADAMS & WILKS

ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW
17 BATTERY PLACE
SUITE 1231
NEW YORK, NEW YORK 10004

BRUCE L. ADAMS
VAN C. WILKS*

JOHN R. BENEFIEL*
FRANCO S. DE LIGUORI*
TAKESHI NISHIDA

*NOT ADMITTED IN NEW YORK
*REGISTERED PATENT AGENT



RIGGS T. STEWART
(1924-1993)

TELEPHONE
(212) 809-3700

FACSIMILE
(212) 809-3704

February 24, 2006

COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Re: Patent Application of Takashi NIWA et al.
Serial No. 09/872,800 Filing Date: June 2, 2001
Examiner: Thang V. Tran Group Art Unit: 2653
Docket No. S004-4309

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

1. Japanese Patent Appln. No. 2000-173852 filed June 9, 2000
2. Japanese Patent Appln. No. 2000-371828 filed December 6, 2000
3. Japanese Patent Appln. No. 2000-379266 filed December 13, 2000
4. Japanese Patent Appln. No. 2001-126415 filed April 24, 2001

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS
Attorneys for Applicant(s)

By: 

Bruce L. Adams
Reg. No. 25,386

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER FOR PATENTS, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on the date indicated below.

Debra Buonincontri

Name

Debra Buonincontri

Signature

February 24, 2006

Date

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-173852

出 願 人

Applicant(s):

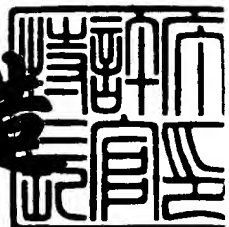
セイコーインスツルメンツ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】	特許願
【整理番号】	00000428
【提出日】	平成12年 6月 9日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	G01N 37/00
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	新輪 隆
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	加藤 健二
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	光岡 靖幸
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	大海 学
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	笠間 宣行
【発明者】	
【住所又は居所】	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内
【氏名】	市原 進

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 前田 英孝

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 鈴木 陽子

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学的な開口の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 錐状のチップと、

前記チップの近傍に配置され、前記チップと略同じ高さを有するストッパーと、

少なくとも前記チップ上に形成された遮光膜からなる被開口形成体に対して、
少なくとも前記チップおよび前記ストッパーの少なくとも一部を覆うような略平面を有する押し込み体を、前記チップに向かう成分を有する力によって変位させることによって、前記チップ先端に光学的な開口を形成することを特徴とする光学的な開口の作製方法。

【請求項 2】 前記錐状のチップと、

前記チップの近傍に配置されたストッパーとを同時に形成し、
前記被開口形成体とすることを特徴とする請求項 1 に記載の光学的な開口の作製方法。

【請求項 3】 前記被開口形成体が、

複数の前記チップおよび前記ストッパーからなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の光学的な開口の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光学的な開口の作製方法に関するものである。特に近視野光を照射・検出する近視野光デバイスに用いる開口の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

試料表面においてナノメートルオーダの微小な領域を観察するために走査型トンネル顕微鏡（STM）や原子間力顕微鏡（AFM）に代表される走査型プローブ顕微鏡（SPM）が用いられている。SPMは、先端が先鋭化されたプローブを試料表面に走査させ、プローブと試料表面との間に生じるトンネル電流や原子

間力などの相互作用を観察対象として、プローブ先端形状に依存した分解能の像を得ることができるが、比較的、観察する試料に対する制約が厳しい。

【0003】

そこでいま、試料表面に生成される近視野光とプローブとの間に生じる相互作用を観察対象とすることで、試料表面の微小な領域の観察を可能にした近視野光学顕微鏡 (SNOM) が注目されている。

【0004】

近視野光学顕微鏡においては、先鋭化された光ファイバーの先端に設けられた開口から近視野光を試料の表面に照射する。開口は、光ファイバーに導入される光の波長の回折限界以下の大きさを有しており、たとえば、100nm程度の直径である。プローブ先端に形成された開口と試料間の距離は、SPMの技術によって制御され、その値は開口の大きさ以下である。このとき、試料上での近視野光のスポット径は、開口の大きさとほぼ同じである。したがって、試料表面に照射する近視野光を走査することで、微小領域における試料の光学物性の観測を可能としている。

【0005】

顕微鏡としての利用だけでなく、光ファイバークローブを通して試料に向けて比較的強度の大きな光を導入させることにより、光ファイバークローブの開口にエネルギー密度の高い近視野光を生成し、その近視野光によって試料表面の構造または物性を局所的に変更させる高密度な光メモリ記録としての応用も可能である。強度の大きな近視野光を得るために、プローブ先端の先端角を大きくすることが試みられている。

【0006】

これら近視野光を利用したデバイスにおいて、開口の形成が最も重要である。開口の作製方法の一つとして、特許公報平5-21201に開示されている方法が知られている。特許公報平5-21201の開口作製方法は、開口を形成するための試料として、先鋭化した光波ガイドに遮光膜を堆積したものをを用いている。開口の作製方法は、遮光膜付きの先鋭化した光波ガイドを圧電アクチュエータによって良好に制御された非常に小さな押しつけ量で硬い平板に押しつけることによって、先

端の遮光膜を塑性変形させている。

【0 0 0 7】

また、開口の形成方法として、特開平11-265520に開示されている方法がある。特開平11-265520の開口の作製方法において、開口を形成する対象は、平板上に集束イオンビーム（FIB）によって形成された突起先端である。開口の形成方法は、突起先端の遮光膜に、側面からFIBを照射し、突起先端の遮光膜を除去することによって行っている。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許公報平5-21201の方法によれば、光波ガイド一本ずつしか開口を形成する事ができない。また、特許公報平5-21201の方法によれば、移動分解能が数nmの圧電アクチュエータによって押し込み量を制御する必要があるため、開口形成装置をその他の装置や空気などの振動による影響が少ない環境におかななくてはならない。また、光伝搬体ロッドが平板に対して垂直に当たるように調整する時間がかかってしまう。また、移動量の小さな圧電アクチュエータの他に、移動量の大きな機械的並進台が必要となる。さらに、移動分解能が小さな圧電アクチュエータをもちいて、押し込み量を制御するさいに、制御装置が必要であり、かつ、制御して開口を形成するためには数分の時間がかかる。したがって、開口作製のために、高電圧電源やフィードバック回路などの大がかりな装置が必要となる。また、開口形成にかかるコストが高くなる問題があった。

【0 0 0 9】

また、特開平11-265520の方法によれば、加工対象は平板上の突起であるが、FIBを用いて開口を形成しているため、一つの開口の形成にかかる時間が10分程度と長い。また、FIBを用いるために、試料を真空中におかなければならない。従って、開口作製にかかる作製コストが高くなる問題があった。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、錐状のチップと、前記チップの近傍に配置され、前記チップと略同じ高さを有するストッパーと、少なく

とも前記チップ上に形成された遮光膜からなる被開口形成体に対して、少なくとも前記チップおよび前記ストッパーの少なくとも一部を覆うよう略平面を、前記チップに向かう成分を有する力によって変位させることによって、前記チップ先端に光学的な開口を形成することを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。したがって、本発明の光学的な開口の作製方法によれば、前記チップと略同じ高さを有するストッパーによって、前記平面の変位が制御されるため、所定の力で平面を押すだけで簡単に光学的な開口を作製する事ができる。また、真空中、液中、大気中など様々な環境下で開口を作製することができる。また、光学的な開口を作製する際に特別な制御装置を必要としないため、光学的な開口を作製するための装置を単純化する事ができる。また、所定の力を与える時間を非常に短くすることが容易であり、開口作製にかかる時間を短くすることができるため、開口作製にかかるコストを低くすることができる。

【0011】

また、前記錘状のチップと、前記チップの近傍に配置されたストッパーを同時に形成し、前記被開口形成体とすることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。したがって、前記チップおよび前記ストッパーの高さの差を制御でき、かつ、高さの差を非常に小さくできるため、大きさが均一で、かつ、微小な光学的な開口を簡単に作製する事ができ、光学的な開口の作製歩留まりを向上させることが容易である。

【0012】

また、前記被開口形成体が、複数の前記チップおよび前記ストッパーからなることを特徴とする光学的な開口の作製方法とした。したがって、前記チップおよび前記ストッパーからなる前記被開口形成体に、一括で前記力を加えることによって、一度に複数の前記チップに光学的な開口を形成することが可能であり、開口一つあたりの加工時間を非常に短くすることができ、結果として光学的な開口の作製コストを低くすることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の開口の形成方法について、添付の図面を参照して詳細に説明す

る。

(実施の形態 1)

図 1 から図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る開口の形成方法について説明した図である。図 1 に示す、ワーク 1000 は、基板 4 上に形成された透明層 5、透明層 5 の上に形成された錘状のチップ 1 および尾根状のストッパー 2、チップ 1、ストッパー 2 および透明層 5 の上に形成された遮光膜 3 からなる。なお、ワーク 1000 において、透明層 5 は、必ずしも必要ではなく、その場合、遮光膜 3 は、チップ 1、ストッパー 2 および基板 4 上に形成される。また、遮光膜 3 は、チップ 1 にだけ堆積されていてもよい。

【0014】

チップ 1 の高さ H1 は、数 mm 以下であり、ストッパー 2 の高さ H2 は、数 mm 以下である。高さ H1 と高さ H2 の差は、1000nm 以下である。チップ 1 とストッパー 2 の間隔は、数 mm 以下である。また、遮光膜 3 の厚さは、遮光膜 3 の材質によって異なるが、数 10nm から数 100nm である。

【0015】

チップ 1、ストッパー 2 および透明層 5 は、二酸化ケイ素やダイヤモンドなどの可視光領域において透過率の高い誘電体や、ジंकセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。また、チップ 1 の材料は、開口を通過する光の波長帯において少しでもチップ 1 を透過する材料であれば用いることができる。また、チップ 1、ストッパー 2 および透明層 5 は、同一の材料で構成されても良いし、別々の材料で構成されても良い。遮光膜 3 は、たとえば、アルミニウム、クロム、金、白金、銀、銅、チタン、タングステン、ニッケル、コバルトなどの金属や、それらの合金を用いる。

【0016】

図 2 は、開口を形成する方法において、チップ 1 上の遮光膜 3 を塑性変形させている状態を示した図である。図 1 で示したワーク 1000 の上に、チップ 1 および少なくともストッパー 2 の一部を覆い、かつ、少なくともチップ 1 およびストッパー 2 側が平面である板 6 を載せ、さらに板 6 の上には、押し込み用具 7 を載せ

る。押し込み用具 7 にチップ 1 の中心軸方向に力 F を加えることによって、板 6 がチップ 1 に向かって移動する。チップ 1 と板 6 との接触面積に比べて、ストッパー 2 と板 6 との接触面積は、数 1 0 0 ～数万倍も大きい。したがって、与えられた力 F は、ストッパー 2 によって分散され、結果として板 6 の変位量は小さくなる。板 6 の変位量が小さいため、遮光膜 3 が受ける塑性変形量は非常に小さい。また、チップ 1 およびストッパー 2 は、非常に小さな弾性変形を受けるのみである。力 F の加え方は、所定の重さのおもりを所定の距離だけ持ち上げて、自由落下させる方法や、所定のバネ定数のバネを押し込み用具 7 に取り付け、所定の距離だけバネを押し込む方法などがある。板 6 が、遮光膜よりも堅く、チップ 1 およびストッパー 2 よりも柔らかい材料である場合、チップ 1 およびストッパー 2 が受ける力は、板 6 によって吸収されるため、板 6 の変位量がより小さくなり、遮光膜 3 の塑性変形量を小さくすることが容易となる。

【 0 0 1 7 】

図 3 は、力 F を加えた後に、板 6 および押し込み用具 7 を取り除いた状態を示した図である。遮光膜 3 の塑性変形量が非常に小さく、チップ 1 およびストッパー 2 が弾性変形領域でのみ変位しているため、チップ 1 の先端に開口 8 が形成される。開口 8 の大きさは、数 nm からチップ 1 を通過する光の波長の回折限界程度の大きさである。なお、上記では、押し込み用具 7 とワーク 1000 の間に板 6 が挿入されていたが、板 6 を除去して直接押し込み用具 7 で押し込むことによっても同様に開口 8 を形成できることは、いうまでもない。開口 8 に光を導入するために、基板 4 をチップ 1 の形成面と反対側からエッチングすることによって透明体 5 またはチップ 1 の少なくとも一部を露出させて、開口 8 への光の導入口を形成する。また、基板 4 を透明材料 103 で構成することによって、光の導入口を形成する工程を省くことができるのは言うまでもない。

【 0 0 1 8 】

以上説明したように、本発明の開口作製方法によれば、ストッパー 2 によって板 6 の変位量を良好に制御することができ、かつ、板 6 の変位量を非常に小さくできるため、大きさが均一で小さな開口 8 をチップ 1 先端に容易に作製することができる。また、基板側から光を照射して、開口 8 から近視野光を発生させるこ

とができる。

【0019】

次に、ワーク1000の製造方法を図4から図5を用いて説明する。図4は、基板材料104上に透明材料103を形成したのち、チップ用マスク101およびストッパー用マスク102を形成した状態を示している。図4(a)は上面図を示しており、図4(b)は、図4(a)のA-A'で示す位置における断面図を示している。透明材料103は、気相化学堆積法(CVD)やスピコートによって基板材料104上に形成する。また、透明材料103は、固相接合や接着などの方法によっても基板材料104上に形成することができる。次に、透明材料103上にフォトリソグラフィ工程によって、チップ用マスク101及びストッパー用マスク102を形成する。チップ用マスク101とストッパー用マスク102は、同時に形成しても良いし、別々に形成しても良い。

【0020】

チップ用マスク101およびストッパー用マスク102は、透明材料103の材質と次工程で用いるエッチャントによるが、フォトレジストや窒化膜などを用いる。透明材料103は、二酸化ケイ素やダイヤモンドなどの可視光領域において透過率の高い誘電体や、ジंकセレンやシリコンなどの赤外光領域において透過率の高い誘電体や、フッ化マグネシウムやフッ化カルシウムなどの紫外光領域において透過率の高い材料を用いる。

【0021】

チップ用マスク101の直径は、たとえば数mm以下である。ストッパー用マスク102の幅W1は、たとえば、チップ用マスク101の直径と同じかそれよりも数10nm～数μmだけ小さい。また、ストッパー用マスク102の幅W1は、チップ用マスク101の直径よりも数10nm～数μmだけ大きいてもよい。また、ストッパー用マスク102の長さは、数10μm以上である。

【0022】

図5は、チップ1およびストッパー2を形成した状態を示している。図5(a)は上面図であり、図5(b)は、図5(a)のA-A'で示す位置の断面図である。チップ用マスク101およびストッパー用マスク102を形成した後、ウェットエッチ

ングによる等方性エッチングによってチップ1およびストッパー2を形成する。透明材料103の厚さとチップ1およびストッパー2の高さの関係を調整することによって、図1に示す透明層5が形成されたり、形成されなかったりする。チップ1の先端半径は、数nmから数100nmである。この後、遮光膜をスパッタや真空蒸着などの方法で堆積する事によって、図1に示すワーク1000を形成する事ができる。また、遮光膜3をチップ1にだけ堆積する場合、遮光膜3の堆積工程において、チップ1上に遮光膜が堆積するような形状を有するメタルマスクを乗せてスパッタや真空蒸着などを行う。また、ワーク1000のチップが形成された面の全面に遮光膜3を堆積した後、チップ1にだけ遮光膜3が残るようなフォトリソグラフィ工程を用いても、チップ1上にだけ遮光膜3を形成する事ができることは言うまでもない。

【0023】

図6および図7は、上記で説明したワーク1000の作製方法におけるチップ1とストッパー2の高さの関係を説明する図である。なお、以下では、チップ用マスク101の直径が、ストッパー用マスク102の幅よりも小さい場合について説明する。図6は、図5(a)で説明した工程において、チップ1とストッパー2だけを示した図であり、図7は、図6中B-B'で示す位置のチップ1と、図6中C-C'で示す位置のストッパー2の断面図である。

【0024】

図7(a)は、チップ1がちょうど形成された状態を示した図である。ストッパー用マスク102の幅は、チップ用マスク101の直径よりも大きいため、図7(a)の状態では、ストッパー2の上面上には、平らな部分が残し、この平らな部分上にストッパー用マスク102が残っている。しかしながら、チップ用マスク101は、チップ1との接触面積が非常に小さくなるため、はずれてしまう。図7(a)の状態では、チップ1の高さH11とストッパー2の高さH22は、同じである。

図7(b)は、図7(a)の状態からさらにエッチングを進め、ストッパー2上面の平らな部分がちょうどなくなった状態を示している。図7(a)の状態からさらにエッチングを行うと、チップ用マスク101が無いチップ1の高さH111は、

徐々に低くなっていく。一方、ストッパー用マスクが残っているストッパー 2 の高さ H_{222} は、 H_{22} と同じままである。ストッパー 2 の上面の平らな部分の幅は、徐々に狭くなり、断面形状は図 7 (b) に示すように、三角形になる。このときのチップ 1 とストッパー 2 の高さの差 ΔH は、チップ用マスク 101 の直径とストッパー用マスク 102 の幅の差、および、チップ 1 とストッパー 2 の先端角によって異なるが、おおよそ 1000nm 以下程度である。

【 0 0 2 5 】

図 7 (c) は、図 7 (b) の状態からさらにエッチングを進めた状態を示している。チップ 1 の高さ H_{1111} は、高さ H_{111} よりも低くなる。同様に、ストッパー H_{2222} の高さも、高さ H_{222} よりも小さくなる。しかし、高さ H_{1111} と高さ H_{2222} の減少量は、同じであるため、チップ 1 とストッパー 2 の高さの差 ΔH は、変化しない。なお、ストッパー用マスク 102 の幅が、チップ用マスク 101 よりも小さい場合は、チップ 1 とストッパー 2 の高さの関係が逆になるだけである。また、チップ用マスク 101 とストッパー用マスク 102 が等しい場合は、チップ 1 とストッパー 2 の高さが等しくなることは言うまでもない。

【 0 0 2 6 】

本発明のワーク 1000 の作製方法によれば、フォトリソグラフィ工程によってチップ 1 とストッパー 2 の高さの差 ΔH を良好に制御することができる。したがって、図 1 から図 3 で説明した開口作製方法において、板 6 の変位量を良好に制御することができる。

【 0 0 2 7 】

以上説明したように、本発明の実施の形態 1 によれば、チップ 1 とストッパー 2 の高さを良好に制御することができ、かつ、ストッパー 2 を設けることによって板 6 の変位量を小さくすることができるため、分解能の高いアクチュエータを用いなくても、大きさが均一で微小な開口 8 をチップ 1 先端に形成する事が容易である。我々の実験では、手に持ったハンマーなどで、押し込み用具 7 を叩くだけで直径 100nm 以下の開口 8 を形成する事ができた。また、チップ 1 とストッパー 2 の高さが良好に制御されるため、開口 8 の作製歩留まりが向上した。また

、本発明の実施の形態 1 で説明したワーク 1000 は、フォトリソグラフィ工程によって作製可能なため、ウエハなどの大きな面積を有する試料に、複数個作製することが可能であり、力 F を一定にすることによって複数個作製されたワーク 1 0 0 0 それぞれに対して均一な開口径の開口 8 を形成する事ができる。また、力 F の大きさを変えることが非常に簡単なため、複数個作製されたワーク 1000 に対して個別に開口径の異なる開口 8 を形成する事が可能である。また、単純に力 F を加えるだけで開口 8 が形成されるため、開口作製にかかる時間は数秒から数 10 秒と非常に短い。また、本発明の実施の形態 1 によれば、加工雰囲気問わない。従って、大気中で加工する事が可能でありすぐに光学顕微鏡などで加工状態を観察できる。また、走査型電子顕微鏡中で加工することによって、光学顕微鏡よりも高い分解能で加工状態を観察することも可能である。また、液体中で加工することによって、液体がダンパーの役目をするため、より制御性の向上した加工条件が得られる。

【 0 0 2 8 】

また、ワーク 1 0 0 0 が複数個作製された試料に対して、一括で力 F を加えることによって、開口径のそろった開口 8 を一度に複数個作製する事も可能である。一括で加工する場合、ウエハ一枚あたりのワーク 1000 の数にもよるが、開口 1 個あたりの加工時間は、数 100 ミリ秒以下と非常に短くなる。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】

チップ 1 とストッパー 2 の高さ、および、力 F を制御する事によって、分解能の高いアクチュエータを用いなくても、簡単に開口 8 を形成する事ができる。また、チップ 1 とストッパー 2 の高さが良好に制御されるため、開口 8 の作製歩留まりが向上した。また、本発明の実施の形態 1 で説明したワーク 1000 は、フォトリソグラフィ工程によって作製可能なため、ウエハなどの大きな面積を有する試料に、複数個作製することが可能であり、力 F を一定にすることによって複数個作製されたワーク 1 0 0 0 それぞれに対して均一な開口径の開口 8 を形成する事ができる。また、力 F の大きさを変えることが非常に簡単なため、複数個作製されたワーク 1000 に対して個別に開口径の異なる開口 8 を形成する事が可能である

。また、単純に力Fを加えるだけで開口が形成されるため、開口作製にかかる時間は数10秒以下と非常に短い。また、本発明の実施の形態1によれば、加工雰囲気問わない。従って、大気中で加工する事が可能でありすぐに光学顕微鏡などで加工状態を観察できる。また、走査型電子顕微鏡中で加工することによって、光学顕微鏡よりも高い分解能で加工状態を観察することも可能である。また、液体中で加工することによって、液体がダンパーの役目をするため、より制御性の向上した加工条件が得られる。

【0030】

また、ワーク1000が複数個作製された試料に対して、一括で力Fを加えることによって、開口径のそろった開口8を一度に複数個作製する事も可能である。一括で加工する場合、ウェハ一枚あたりのワーク1000の数にもよるが、開口1個あたりの加工時間は、数100ミリ秒以下と非常に短くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図2】

本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図3】

本発明の実施の形態1に係る開口の形成方法について説明した図である。

【図4】

ワーク1000の製造方法について説明した図である。

【図5】

ワーク1000の製造方法について説明した図である。

【図6】

ワーク1000の作製方法におけるチップ1とストッパー2の高さの関係を説明する図である。

【図7】

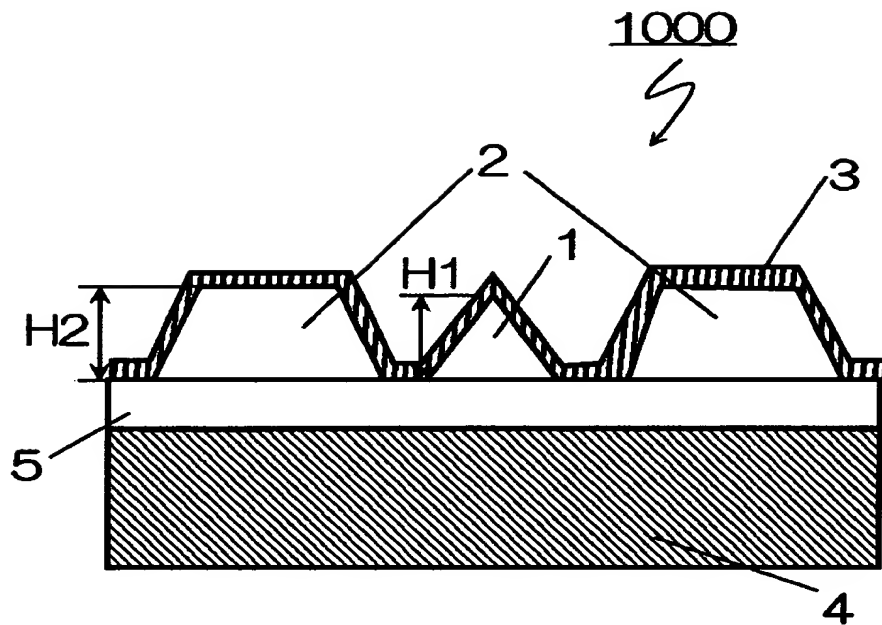
ワーク1000の作製方法におけるチップ1とストッパー2の高さの関係を説明する図である。

【符号の説明】

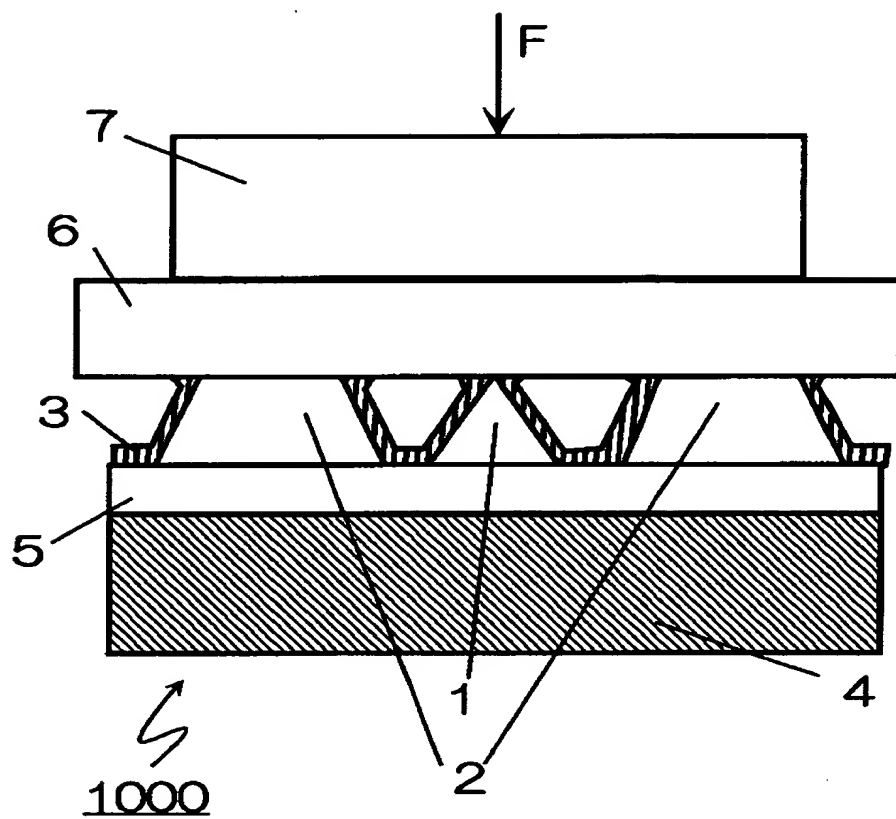
- 1 チップ
- 2 ストッパー
- 3 遮光膜
- 4 基板
- 5 透明層
- 6 板
- 7 押し込み用具
- 8 開口
- 1 0 1 チップ用マスク
- 1 0 2 ストッパー用マスク
- 1 0 3 透明材料
- 1 0 4 基板材料
- 1 0 0 0 ワーク
- F 力
- H 1 チップの高さ
- H 2 ストッパーの高さ

【書類名】 図面

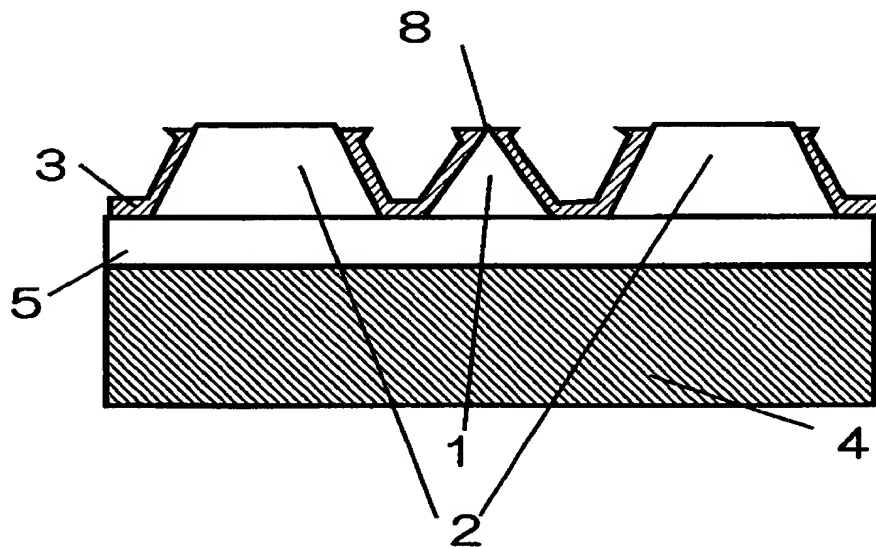
【図 1】



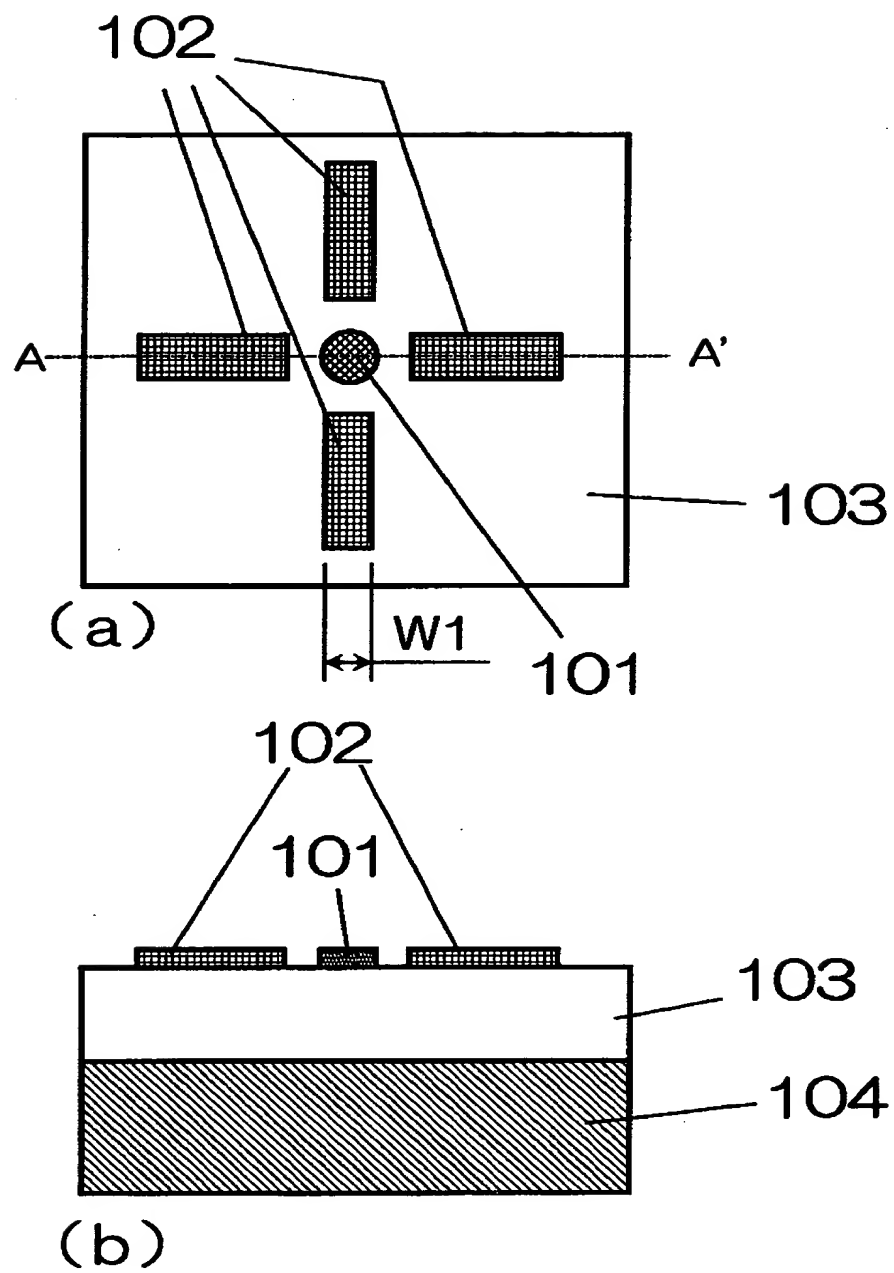
【図2】



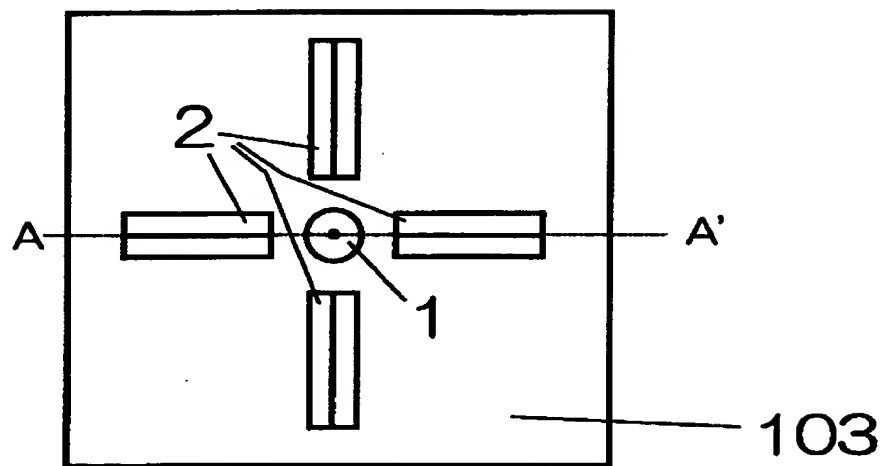
【図3】



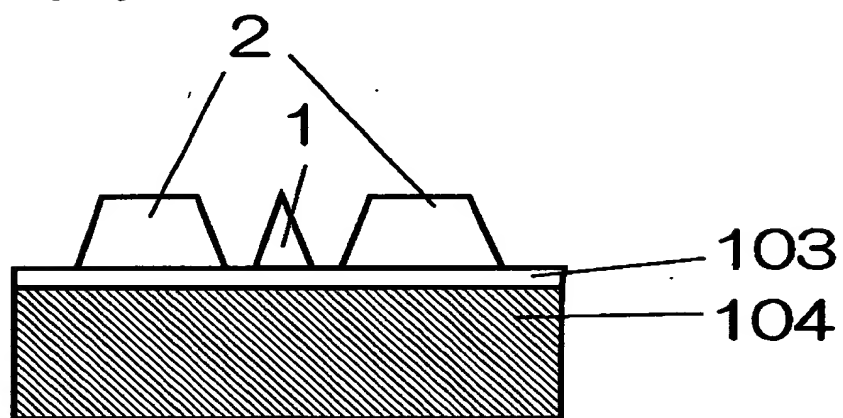
【図4】



【図5】

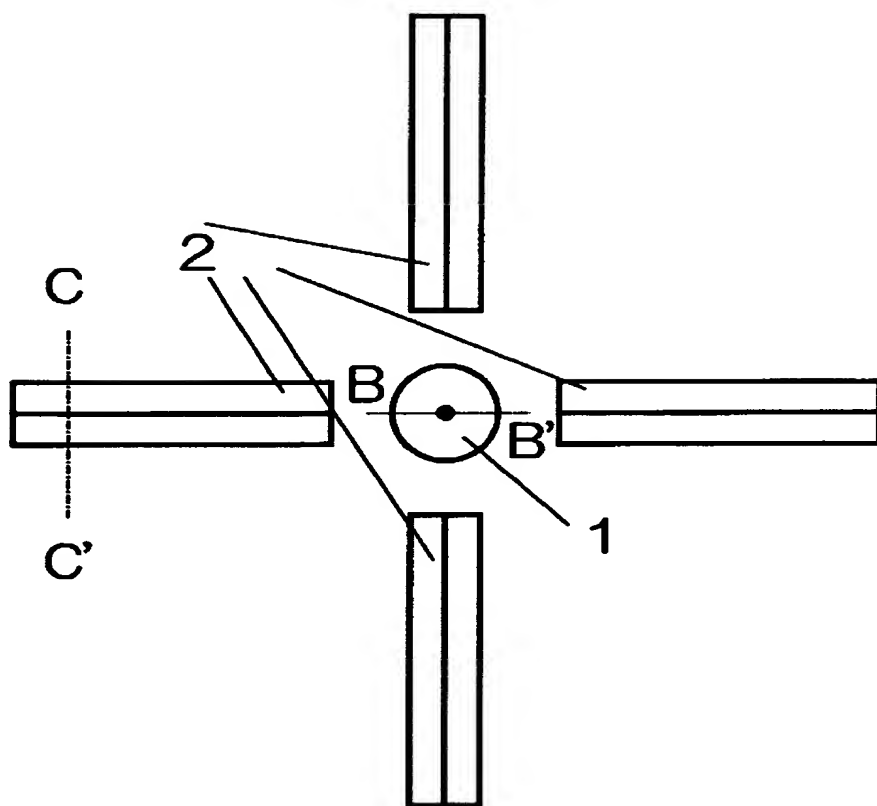


(a)



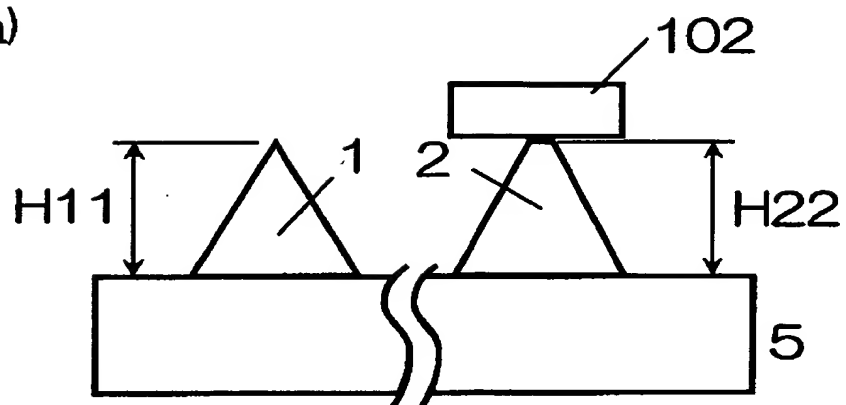
(b)

【図6】

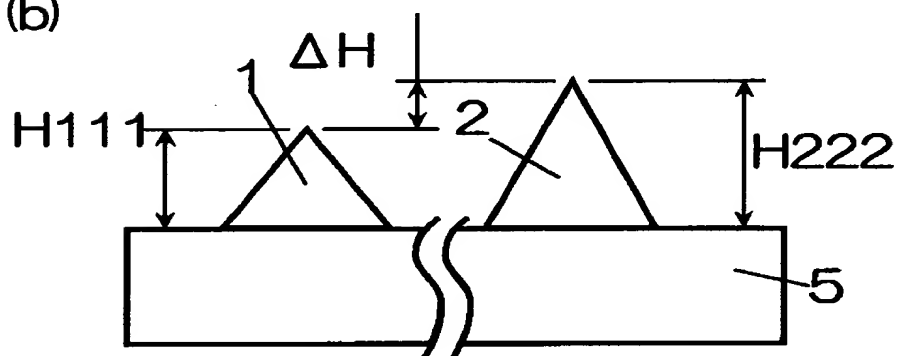


【図 7】

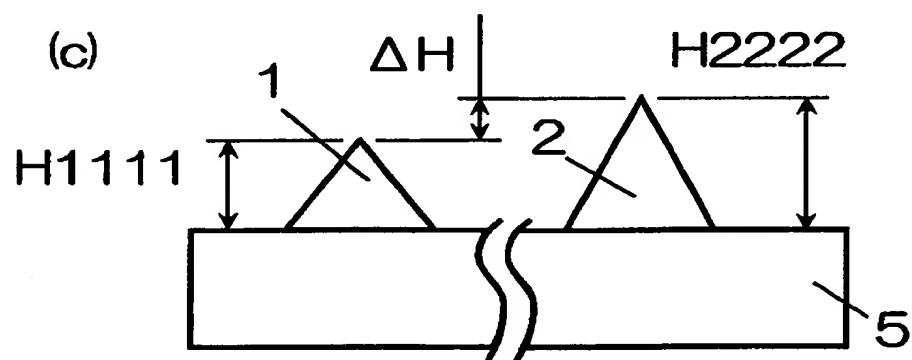
(a)



(b)



(c)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】本発明の課題は、簡便な方法で均一な開口径を有する微小開口を形成する方法を提供することである。

【解決手段】錐状のチップ 1 と前記チップの近傍に配置され、前記チップと略同じ高さを有するストッパー 2 と、少なくとも前記チップ上に形成された遮光膜 3 からなる被開口形成体に対して、少なくとも前記チップ 1 および前記ストッパー 2 の少なくとも一部を覆うような略平面を有する押し込み体 7 を、前記チップに向かう成分を有する力によって変位させることによって、前記チップ先端に光学的な開口を形成する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日	1997年 7月23日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社